

A New Solution for Conservative Cultivation Concept; A New Multi-Tool Stubble Strip Tillage and Seeding Machine Design

Bulent Piskin

Agricultural Machinery Technology and Engineering Department, Harran University
Osmanbey Campus, Haliliye 63300, Turkey
E-mail: bpiskin@harran.edu.tr

Abstract

In this study, a new multi-tool machine prototype is designed manufactured in order to perform strip tillage and feeding for main and second crop agriculture. That machine is designed for work on field with stubble just after harvesting previous crop. The machine consists of 4 rows tillage tool and a pneumatic feeding unit for feeding in prepared strips. The developed prototype machine has two carrying wheels and it is trailed by a tractor. Carrier wheels cylinder, feeding machine holding cylinder, marker cylinder and feeding machine vacuum fan motor are driven by tractor's hydraulic system oil pressure. Oil flow direction through cylinders is controlled by a 4 way hydraulic switch. The performance of this machine evaluated with planting second crop corn. In evaluation stage, the corn products which are planted with three different feeding methods (strip tillage, reduced tillage and zero tillage) are compared and the results are evaluated with statistical analysis (DUNCAN test). The obtained results are indicating the advantages of strip tillage technique; therefore the main goal of the machine is achieved.

Approximately %40 fuel save, approximately %50 labor cost save and approximately %80 field work time save can be achieved by that machine. In addition these advantages there are also effects on nature conservation, such as; caused to less carbon release to atmosphere during feeding operation and field preparation stages, less damage on soil structure and reducing effect on soil erosion. Comparison of early and after harvesting soil analysis shows that all fertilizer decomposed by microorganisms and all organic substances used by plants in prototype machine trial area section.

Operation of machine is very easy and requires less maintenance. Developed machine does not need an expert operator therefore it can be use by every tractor driver and it can be use in wide range of soil types on different geographical surfaces.

Keywords: strip tillage, multi-tool machine, conservative cultivation

Koruyucu Toprak İşleme Konsepti için Yeni bir çözüm; Yeni bir Çok Fonksiyonlu Anıza Band Toprak İşlemeli Ekim Makinası Tasarımı

Özet

Bu çalışmada, ana ve ikinci ürün tarımı için band toprak işleme ve bu bandlar içine ekim yapmak için çok fonksiyonlu makina prototipi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Bu prototip makina, bir önceki ürünün hasadının hemen ardından anızlı tarla üzerinde çalışması için tasarlanmıştır. Bu prototip makina, belirli bir genişlikte bandları işleyecek şekilde birbiri ardına yerleştirilmiş 4 sıra çeşitli toprak işleme aparatları ve bir ekim makinasından oluşmaktadır. Bu prototip makinanın iki adet taşıyıcı tekerleği vardır ve traktör tarafından çekilmektedir. Taşıyıcı tekerlek pistonları, ekim makinası kaldırma silindiri, işaretçi silindirleri ve ekim ünitesi vakum fanı motoru traktörün hidrolik sistem basıncı ile tahrik edilmektedir. Çeşitli silindirlere yağ akışı 4 yöllü bir hidrolik anahtar ile kontrol edilmiştir. Bu prototip makina, buğday hasadının hemen ardından anızlı tarlaya ikinci ürün mısır ekimi ile test edilmiştir. Denerme aşamasında, mısır ekimi 3 farklı toprak işleme yöntemi sonra (band toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve toprak işlemez tarım) ile toprak işlendikten sonra gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar DUNCAN TEST ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. İstatistik değerlendirme sonuçları, band toprak işleme

metodunun avantajlarını açıkça ortaya koyduğu için tasarlanan makina amacına ulaşmıştır. Ortalama %40 yakıt tasarrufu, %50 iş gücü kazancı ve %80 tarla iş zamanı kazancı bu prototip makina ile elde edilmiştir. Bu avantajlara ek olarak, doğal yaşamı; toprak işleme ve ekim işlemleri sırasında daha az karbon salınımına neden olması, organik madde kullanımını maksimum dereceye çıkarması, anızın tarlada kalmasını sağlayarak daha yüksek oranda erozyon kontrolü sağlanması ve traktör eşliğinde dört ayrı makinanın dört ayrı zamanda makinanın yapacağı işlemi sadece tek bir makina ve tek bir seferde gerçekleştirmesiyle toprağın yapısı üzerinde çok daha az hasar vermesiyle maksimum derecede korumaktadır. Toprak işleme öncesi ve hasat sonrası yapılan toprak analizlerinin karşılaştırılması tüm gübrenin prototip makinanın kullanıldığı deneme alanında mikroorganizmalar tarafında bozunduğu ve bitki tarafından kullanıldığını göstermiştir. Bu prototip makinanın kullanımı kolaydır ve çok az bakım gerektirir. Bu makina, uzman operator gerektirmez ve her traktör kullanıcısı tarafından, çok çeşitli toprak tiplerinde ve coğrafik bölgelerde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Band toprak işleme, çok fonksiyonlu tarım makinası, Koruyucu Toprak İşleme.

1. Giriş

Dünyada mevcut tarım alanlarını arttırma olanağı olmadığından, artan gıda açığının karşılanması için birim alandan en düşük maliyetle en yüksek verimin alınabileceği modern tarım tekniklerinin ve yöntemlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Yoğun toprak işlemeli geleneksel yöntemler toprak özelliklerine olumsuz etki ettikleri için, verim kayıplarına neden olmakta ve üretim maliyetlerini arttırdığı için gelirler de azalmaktadır. Bu durum yoksulluk, şehir gecekondularının artması, marjinal nüfus artışı ve sosyal patlamalar gibi olumsuz gelişmelere de katkıda bulunmaktadır.

Günümüzde, geleneksel toprak işleme sistemleri yerini tarla trafiğini azaltabilen, toprak nemini koruyabilen, üretim maliyetlerini ve toprak kayıplarını minimize edebilen yeni toprak işleme sistemlerine bırakmaktadır. Ayrıca, geleneksel tahıl üretiminde kullanılan yakıtın % 70' inin birincil ve ikincil toprak işlemede kullanılıyor olması da bu değişime ivme kazandırmaktadır (Aykas ve ark.,2005).

Toprağın özellikle nemli olduğu dönemde tarla trafiğindeki artış toprağın sıkışmasını hızlandırır. Bunun sonucunda toprakta bağ kuvveti düşerek hızlı bir deformasyon oluşur (Keçecioğlu, 2002). Toprak sıkışması, toprağın hacim ağırlığının artmasına yol açar. Bu da toprağın ısı kapasitesini ve ısı iletimini değiştirerek bitki büyümesine dolaylı olarak olumsuz etki eder. Toprak sıkışması, topraktaki organik maddeden mineralize olan besin elementi miktarını da azaltmaktadır. Toprağın fazla sıkışması ve çok nemli ortam nedeniyle atmosferden oksijen alımı azalmakta, böylece bitki kök bölgesinde oksijen konsantrasyonu azalırken, karbondioksit konsantrasyonu artmaktadır. Bu durum devam ettiği takdirde kök bölgesinde aneorobik bir ortam oluşmakta ve kök gelişimi yavaşlamaktadır. Toprakta hava ile dolu boşlukların oranı %10'un altına indiğinde ise köklerin gelişmesi durmaktadır. Ayrıca toprak sıkışıklığı belirli bir değeri aştığında bitki köklerinin sıkışmış tabakaya penetrasyonu tamamen kaybolmaktadır. Yapılan bir araştırmada; 10 bar sıkıştırma basıncında pamuk köklerinin ancak %35'inin sıkışmış katmanı geçtiği, 25 bar'da ise köklerin penetrasyon yeteneğinin tamamen durduğu ifade edilmiştir (Önal, 1981). Yoğun toprak işleminin bir başka ve en büyük sakıncası da; özellikle su ve rüzgar erozyonu riski yüksek tarım alanlarında, verimli üst toprak tabakasının kaybedilmesidir. Dünyada tarım alanlarının en az % 15'i ciddi erozyona uğramıştır (Keçecioğlu, 2002). Bu erozyonun büyük bölümü yanlış ve bilinçsiz toprak işleme ile meydana gelmiştir (Aykas ve ark.,2005). Koruyucu toprak işleme sisteminde iki temel düşüncenin gerçekleşmesi hedeflenir; Ön bitki veya ikinci ürün artıklarının tarla yüzeyine veya yüzeye yakın katmanlara yerleştirilmesi, Toprak işleme yoğunluğunun azaltılması (Önal, 1995). Band Ekim tohum yatağı hazırlığı için ekim öncesi tarla yüzeyinin yaklaşık 1/3'ünün işlenmesine izin veren koruyucu toprak işleme uygulamasıdır. Bu uygulamada toprak işleme genellikle ekimle beraber yapılır. Toprak 5 ila 30 cm genişliğinde şeritler halinde işlenir, bunun dışında kalan bölgeler anızla örtülü bırakılır (Godwin, 1990). Toprağı işlemeksizin, doğrudan ekim makinesi ile tarlaya ekim yapıldığı ve yetiştirme periyodu boyunca toprağa mekanik bir işlemin uygulanmadığı tarım sistemi sıfır toprak işlemeli tarım denilmektedir. Sıfır toprak işlemeli tarımda, ikinci ürün soya ve mısır, anız yakılmış veya bitki artıklarıyla örtülü bir tarlaya ön bitki hasat edilir edilmez doğrudan ekilmektedir (Zeren, 1984). Sıfır toprak işlemede

verim özellikle nem kısıtlı olan bölgelerde daha yüksektir. Yağışın toprakta daha fazla depolanmasını sağlar, hafif ve orta bünyeli topraklarda, iyi drenaj olan topraklarda, volkanik topraklarda ve nemli-yarı nemli bölgeler için uygundur. Zaman tasarrufu sağlar, yüksek sıcaklığa ve tohum civarındaki sıcaklık değişimini engeller, yakıt tüketimini mekanizasyon işlemlerini sadece bir geçişte ekimle sınırladığı için %40–50 azaltır, zaman ve işçilik gereksinimini %50–60 azaltır. Bu ekim için birkaç günün uygun olduğu durumlar gibi kritik durumlarda çok avantaj sağlar. Tarla trafiğini azalttığından dolayı buna bağlı toprak sıkışmasını ortadan kaldırır. Toprağın infiltrasyon hızını artırır, atmosfere sera gazı (CO₂) salınımı azaltır, ekim işleminde tarlanın hazırlanması için daha az zamana gereksinim duyulur, ekim tarihinde hava koşullarına bağımlılık azalır, bitki çıkışını güçleştiren ve yüzey akışın neden olan kaymak tabakası oluşumunu engeller (Zeren, 1984).

2. Önceki Çalışmalar

Mannering ve ark. (1966), toprak işleme yöntemlerinin infiltrasyon ve toprak kaybı üzerine etkilerini araştırmak amacıyla, mısır tarımında geleneksel sürüm ile en az sürümün farklı uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Üç yıllık araştırma sonucunda, en az sürümle sağlanan ortalama infiltrasyon, geleneksel sürümden %37 daha fazla, toprak kaybı ise %35'den daha az bulunmuştur.

Alpkent (1984), tarımsal işlemler içinde en çok enerji tüketim faaliyetinin toprak işleme olduğu, tarımsal işlemler için kullanılan enerjinin yaklaşık % 60'ının bu amaçla tüketildiği ve toprağın kulaklı pullukla sürülmesinin bu enerji ihtiyacını en üst düzeye çıkardığını belirtmiştir.

Dickey E.C. ve ark. (1986) çalışmalarında koruyucu toprak işleminin alışlagelmiş toprak işlemeye göre %26 ile %96 oranında toprak kaybının azaltıldığını ortaya koymuştur.

Hermawan ve Cameron (1993), Yeni Zelanda' da geleneksel toprak işleme ile minimum toprak işleminin topraklarda meydana getireceği yapısal değişiklikler üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada toprak agregatlarının stabilitesi, topraktaki boşluk ile toprak yapısı arasındaki ilişki, hacim yoğunluğu, infiltrasyon durumu ve toprakların dağılmaya karşı direnci belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda her yıl gerçekleştirilen geleneksel toprak işleminin toprakların agregat stabilitesinde azalma meydana getirdiği, toprağın ekim derinliğindeki toplam ve makro porozitesini artırdığını, bunun altındaki derinliklerde ise minimum toprak işleminin toprak stabilitesine yönelik daha iyi sonuçlar verdiği, geleneksel toprak işleminin toprağın daha derin bölgelerinde poroziteyi azalttığı toprağın hacim yoğunluğunu ve dağılmaya karşı direncini artırdığı ortaya konmuştur.

Akbolat ve Barut (2001), Çukurova yöresinde II. Ürün mısırdan anızlı ve anızı yakılarak tohum yatağı hazırlanan parsellerdeki yabancı ot çıkış yoğunlukları arasında karşılaştırma yapılmış, toplam ot sayısı açısından anızlı(AF+AP) alandaki yabancı ot sayısının anızı yakılarak işlenen alandaki(YF+YÇ) yabancı ot sayısından daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç yabancı ot çıkışını önlemek için anız yakmanın bir gerekçe ya da bir çözüm olamayacağını göstermiştir.

Eileen JKLadivko (2001) Toprak işleme sistemlerinin toprak organizmalarının yaşadığı toprakların fiziksel ve kimyasal ortamını ve dolayısıyla da toprak organizmalarını etkilediğini, toprak işleme uygulamalarının toprak suyu içeriğini, sıcaklığını, havalandırma ve toprak kalıntıları içindeki ürün kalıntılarının karıştırılma derecesini değiştirdiğini belirterek band toprak işlemede toprağın dar bir şerit halinde hazırlandığı, ancak toprağın geri kalanının işlenmemiş ve bitki artıklarıyla örtülü olmasının toprak habitatların faunal çeşitliliği arttırmak için yeterince küçük ölçekte daha fazla mekânsal heterojenliği sağlayabileceğini ortaya koymuşlardır.

Yalçın ve ark. (2003) çalışmalarında, koruyucu tarım ve koruyucu toprak işleminin sadece çiftçinin ekonomisi için değil, çevre için de önemli yararlar sağladığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, koruyucu toprak işleminin, mısır, buğday, soya ve pamuk gibi bitkilerin yetiştirilmesinde ve çayır meraların yenilenmesinde başarıyla uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermişlerdir.

Pawel J. ve ark. (2005) araştırmalarında; pamuk bitkisinin 2. ve 3. hasatlarında toplam pamuk koza sayısının 2002 yılında band ekim ile geleneksel ekime göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Nawatzki ve ark. (2008) araştırmalarında, band ekimin ekonomik avantajlarının sonbaharda yapılacak uygulama sırasında fosfor ve potasyum verilmesiyle artacağını belirtmişlerdir.

Kristina Vaitauskienė ve ark. (2017) araştırmalarında, band toprak işleminin doğrudan ekim yöntemine göre daha iyi tohum yatağı hazırlama ve çimlenme şartları sağlama ve tüm tarla toprak işlemeye göre çalışma zamanı kazancı, yakıt ve üretim maliyeti kazancı, toprağı koruması ve çevreye dost olmasından dolayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Julia Pöhltz ve ark. (2018) araştırmalarında, band toprak işleminin, küçük ölçekte, toprak işleme sırasındaki mekanik dirençde ve optimal bitki büyümesinde oldukça avantaj sağlayan, toprak işlemesiz ve daha derin koruyucu toprak işleminin avantajlarını birarada üzerinde toplayan iki farklı toprak yapısı oluşturduğunu bilgisayarlı tomografi yoluyla ortaya koymuşlardır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Materyal

3.1.1 Prototip Kombine Makina

Bu araştırmada, 4 sıra 300mm'lik bandları anızlı tarlada işleyebilecek ve işlenmiş bandlar içerisine ekim yapabilecek bir combine makina tasarlanmış ve prototipi imal edilmiştir. Bu prototip kombine makina, toprak işleme ve ekim ünitesi olarak iki temel kısımdan oluşmuştur. Toprak işleme kısmı; kaz ayakları, çapa ayakları, yaylı tırmık ayakları ve dişli merdaneden oluşmaktadır. Bu ayaklar aralarında 500 mm boşluk olacak ve 300 mm'lik bandı oluşturacak şekilde sırasıyla arka arkaya yerleştirilmiştir. Bandlar arasında 500mm lik anızlı alan işlenmeden bırakılmaktadır. Prototipin toprak işleyici ayakların bağlandığı ana iskeletini taşıyan ve hidrolik silindire aşağı-yukarı harekete sahip iki adet tekerleği vardır. Yol durumunda ana iskelet yukarı kaldırılıp traktör tarafından çekilmektedir. Tarla durumunda ana iskelet aşağı indirilerek ayakların toprağın içine girmesi sağlanmaktadır. Prototip makina traktörün üç kol mekanizmasına özel bir bağlantı elemanı ile bağlanarak çekilmektedir. Bu bağlantı sayesinde üç kol mekanizmasının aşağı yukarı hareketi kullanılarak prototip makinanın tarla durumundaki dalma derinliği ayarlanabilmektedir. Prototip makinanın çekilmesi için 85-90 HP lik traktör yeterli olmaktadır. Prototip makinanın ana iskelet uzunluğu 4,1m ve genişliği 2,5m 'dir. Ekici unite ile birlikte toplam boy 6m olmaktadır. Hassas pnömatik ekici ünitenin vakum fanı dönüşü bir hidrolik motor tarafından sağlanmıştır. 4 yollu hidrolik kumanda anahtarı ile control edilen bu motor traktörden yaklaşık 3,75m uzakta başarıyla görev yapmıştır. Ana iskelet taşıyıcı tekerlek pistonları, hassas pnömatik ekim ünitesi kaldırma, hassas pnömatik ekim ünitesi vakum fanı motoru ve işaretçi pistonları bu 4 yollu hidrolik kumanda anahtarına bağlıdır ve bu kumanda anahtarı traktör sürücüsünün yanına kadar getirilip kullanılmaktadır.

3.1.2 Deneme Alanı

Deneme Alanı, Harran Üniversitesi Eyyübiye Kampüsü içerisinde, 37.120201 enlem ve 38.816387 boylamda yer almaktadır. Denizden yüksekliği 470 m'dir ve Harran Ovası giriş bölgesinde yer almaktadır. Günlük ortalama güneş görme süresi özellikle Haziran ve Temmuz aylarında 12 saatten fazladır. Bağıl nemin en düşük olduğu coğrafi kuşakta yer alan Şanlıurfa'da bağıl nem yaz aylarında %10'a kadar düşmektedir. Deneme alanı'nda kırmızı kahverengi büyük toprak grubu hakimdir. Bu grubun organik madde içeriği düşüktür. Denemenin yapıldığı yerde toprak; allüviyal ana materyalli, düz ve düze yakın eğimli derin topraktır. Profili killi tesktürlüdür. Deneme alanının yer aldığı Harran toprak serisi, toprak anatomisine göre; Aridisol Ordosu, Orthid alt Ordosu, Calciorthid büyük grubu, Vertic Calciorthid alt grubuna girmektedir (Çıkman ve ark.,2009) Deneme alanı toprağının özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toprak işleme ve ekim yapılmadan önce, anızlı alandan alınan örnek Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırmalar İl Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarı'nda analiz ettirilmiştir. Deneme tamamlandıktan sonra, deneme parsellerinin her birinden 3'er toprak örneği alınmış ve bu 9 toprak örneği Şanlıurfa İli Siverek İlçesi Yusufcan Toprak Tahlil Laboratuvarı'nda tahlil ettirilmiştir.

3.1.2 Denemede kullanılan tohumluk

Denemelerde RX.788 erkenci mısır çeşidi kullanılmıştır. Mısır çeşidinin özellikleri: Ortalama bitki boyu; 218 cm, çiçeklenme gün sayısı; 54.50, koçan yüksekliği; 109.9 cm, dane koçan oranı; % 81.5 (Kabakçı ve Tanrıverdi, 2000).

3.2. Yöntem

Bu çalışmada söz konusu edilen koruyucu toprak işleme metotlarından band toprak işleme yapan ve bu bandlara ekim yapan kombine makinanın kağıtve bilgisayar ortamında tasarımı yapıldıktan sonra prototip imalatı gerçekleştirilmiştir. Prototip imalatında st40 standardında demir çelik ürünlerinden L-profil, kare-profil, lama ve silindirik ürünler kullanılmıştır. Konvansiyonel takım tezgahları ve talaşlı imalat yöntemleri uygulanmıştır. Birleştirme işlemleri için toz ve gazaltı kaynak yöntemleri kullanılmış ve sökülebilir bağlantılar civata-somun ile gerçekleştirilmiştir. Denemeler ve gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Makinenin prototip üretiminden sonra performansının ölçülmesi ve beklenen fonksiyonunu gerçekleştirme derecesinin belirlenmesi için Harran Üniversitesi Eyyübiye Yerleşkesi içerisinde yaklaşık 6 dekarlık tarlada, buğday hasadı sonrası tarlada kalan anız üzerinde, ikinci ürün mısır ekimi denemesi gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen makinanın performansının belirlenmesi ve diğer yöntemlere göre durumunun ortaya konması açısından anızlı tarla alanı; Azaltılmış toprak işlemeli ekim, geliştirilen bant toprak işlemeli combine makina ile ekim ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinin uygulandığı 50 m boyunda ve 20 m genişliğinde 3 deneme parseli kurulmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim düzgünlüğü, iş verimi ve verimlilik, enerji ve işgücü tüketimi ile verim, bitki gelişimi ve otlama ve toprak fiziksel özellikleri gibi parametreler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ekimden hasada kadar geçen süre içerisinde ürün gelişimi ile ilgili tüm veriler alınmış,

ölçümler yapılmış ve çizelge haline getirilerek istatistikî metotlarla yorumlanmıştır. Deneme alanından numune alınması çalışmasında %95 güven sınırında ve %5 hata payı ile sonuca ulaşılması için (1) nolu formül kullanılarak hesaplanan 383 adet numune alınarak yapılmıştır. Bu değer, aşağıdaki formül ile bulunmuştur;

$$n = \frac{Nt^2p*q}{d^2(N-1)+t^2p*q} \dots\dots\dots (Yamane, 2001)(1)$$

Bu hesaplamada; t değeri tablodan 1,96, araştırılan olayın evrendeki görülme sıklık değeri p = 0,5 ve q = 0,5, araştırmada belirlenecek oranın standart hatası olarak d=0,05 (% 5 hata payı) alınarak hesaplama gerçekleştirilmiştir.

Deneme parsellerinde bitki sıra arası mesafe 80 cm ve sıra üzeri mesafede 17 cm olarak ayarlanmıştır. Azaltılmış toprak işlemeli ekim yönteminde işlenen parselde kültivatör ve diskaro kullanılarak toprak işlenmiştir. Anıza direkt ekim yapılan parselde herhangi bir toprak işleme yapılmadan doğrudan ekim yapılmıştır. Deneme makinası ile işlenen parselde herhangi bir toprak işleme yapılmadan deneme makinasının sahip olduğu toprak işleyici ayaklar sayesinde toprak şeritler halinde işlenmiş, ekilmiş ve bitki sıra araları ise anızlı bırakılmıştır.

Denemede kullanılan tarım makinalarının yakıt tüketimi ve iş gücü kullanımı değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda;

$$\text{İnsan çalışma süresi ihtiyacı (adam-h/ha)} = (1/ \text{tarla iş başarısı}) \times \text{işlemede görev alan personel sayısı (adet)} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Tarla iş başarısı (ha/h)} = \text{Alan(ha)} / \text{tarlada çalışma zamanı (h)} \dots\dots\dots (3)$$

Yakıt gideri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{Toplam yakıt gideri (TL/h)} = \text{saatlik yakıt tüketimi (L/h)} \times \text{Birim yakıt fiyatı (TL/L)} \dots\dots\dots (4)$$

formülleri kullanılmıştır.

Deneme alanındaki tüm parsellerdeki mısır bitkisi boyu 25–30 cm olduktan sonra, 4 sıralı- gübreli, asılır tip çapa makinası kullanılarak mısır çapalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çapalama sırasında 50 kg/da Üre (%46 Azot) gübresi, çapalama makinası mekanizması yoluyla toprağa verilmiştir. Gübreleme işlemi sadece bir kez, makinayla gerçekleştirilmiştir. Tüm deneme parselleri, ekim sıraları boyunca (ortalama 55 metre) damla sulama tesisatı çekilerek sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Damla sulama sistemi için, her parselde 24 ekim sırası olmak üzere toplam 72 sulama hattı oluşturulmuştur. Denemede 140 gün sürede hasat dönemine giren “Erkenci” diye tabir edilen tohum tercih edilmiştir. Tohum ekiminden itibaren 20 hafta sonra; mısır yaprakları, koçan kılavuzları kuruyup, koçan içindeki daneler sertleştikten sonra hasat gerçekleştirilmiştir. Hasat sırasında mısır koçanlarının % 22,4 rutubet değerinde olduğu hesaplanmıştır. Deneme parsellerindeki çıkış oranı ölçümleri için rastgele seçilen 3 metrelik mesafedeki bitki sayısı, her bir parseldeki tekerrürler için 5 tekrarlı olarak, bitki boyu ve sap çapı ölçümleri ise 10 tekrarlı olarak tesadüfi olarak ölçülmüştür. Bu ölçümler sırasında toprak nemi, toprak üstü ve tohum seviyesinde toprak altı sıcaklığı ölçülmüştür.

4. Araştırma Bulguları

Bu çalışmada söz konusu edilen koruyucu toprak işleme metotlarından band toprak işleme yapan ve bu bandlara ekim yapan combine makinanın prototip imalatı sonrası yapılan denemelerinde tüm fonksiyonlarının istenilen performansda gerçekleştiği görülmüştür. Ancak, tarla şartlarında gerçek performans değerlerinin elde edilmesi ve değerlendirilebilmesi için Harran Üniversitesi Eyyubiye Yerleşkesindeki deneme alanında ikinci ürün mısır ekimi yapılmıştır (Şekill) . Prototip makinanın kendi performans başarısı yanında diğer yöntemlerle karşılaştırılması için anıza doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işlemeli metot ile toprak işleme ve ekim yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil1; Prototip makine ile yapılan Band toprak işleme ve ekim işleminden sonraki tarla görüntüsü

Deneme alanında anıza ekim işleminde sadece pnömatik hassas ekim makinası ile herhangi bir toprak hazırlama işlemi yapılmadan doğrudan ekim yapılmıştır. Azaltılmış toprak işlemeli yöntem uygulanan deneme parselinde; kiltivatör ile toprak işlenmiş, diskaro ile toprak daha küçük parçalara ayrılarak inceltmiş daha sonra pnömatik hassas ekim makinası ile ekim işlemi yapılmıştır. Geliştirilen deneme makinasının kullanıldığı deneme parselinde herhangi bir işlem yapılmadan deneme makinası ile ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. En yüksek süre 1,1 saat/da ile azaltılmış toprak işlemeli ekim işleminde, en düşük süre 0,408 saat/da ile anıza ekim işleminde bulunmuştur. Prototip makinanın çalışma süresi 0,525 saat/da olarak hesaplanmıştır.

Ekim ve toprak işleme işlemleri sonucu makinaların harcadıkları yakıt miktarları ve maliyetlerine göre en fazla yakıt gideri azaltılmış toprak işlemeli ekim işleminde (6,2 L/da), en az yakıt gideri ise anıza ekim (2,2 L/da) işleminde gerçekleşmiştir. Prototip makinanın yakıt sarfiyatı 3,5 L/da olarak gerçekleşmiştir. Maliyetler ise (13.08.2018 tarihindeki motorin fiyatı yaklaşık 6 TL baz alınarak hesaplanmıştır) azaltılmış toprak işlemeli ekim işlemi 37,2 TL/da, prototip makina 21 TL/da ve anıza doğrudan ekim işlemi 13,2 TL/da olarak hesaplanmıştır.

Deneme parsellerinde yapılan işlemler sonucu, parsellere göre insan çalışma süresi ihtiyacı hesaplanadığında Anıza ekim için 7,7 Adam-h/ha, azaltılmış toprak işlemeli ekim işlemi için 19,14 Adam-h/ha ve deneme makinası için 9,52 Adam-h/ha bulunmuştur.

Deneme parsellerinde hasat sonrası; koçan çapı, koçan uzunluğu, koçan ağırlığı, koçan tane adedi, koçan toplam tane ağırlığı, sömek çapı, sömek uzunluğu, sömek ağırlığı ve bindane ağırlığı ölçülmüş ve verim hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiki olarak değerlendirilmesi sonucu; Koçan çapı ölçümlerinde en yüksek değer 49,34 mm ile azaltılmış toprak işlemeli ekim parseli 2.tekerrüründe, en düşük değer 45,38 mm ile anıza ekim parseli 3. tekerrüründe ölçülmüştür. Bitki koçan çapı ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer deneme makinesi ile ekim parselinde 48,478 mm ve en düşük değer ise anıza ekim deneme parselinde 46,109 mm olarak oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu bitki koçan çapı değerleri arasında %5'lik önem seviyesinde önemli bir fark görülmüştür. Koçan çapı değerleri ile yapılan Duncan gruplamasında deneme makinası ile alınan sonuçlar A grubunda, anıza ekim ile alınan sonuçlar B grubunda ve azaltılmış toprak işlemeli ekim ile alınan sonuçlar iki gruba da yakın olduğu için AB grubunda yer almışlardır.

Bitki koçan uzunluğu ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer deneme makine parselinde 216,61 mm ve en düşük değer ise anıza ekim deneme parselinde 198,68 mm ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu bitki koçan boyları arasında %5 önem seviyesinde fark bulunmuştur. Deneme makinası ile ekilen parsellerden elde edilen değerler diğerlerinden %5 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bitki koçan uzunluğu değerleri ile yapılan DUNCAN gruplamasında deneme makinası ile alınan sonuçlar A grubunda, anıza ekim ve azaltılmış toprak işlemeli ekim ile alınan sonuçlar yakın olduğu için B grubunda yer almışlardır.

Bitki koçan ağırlığı ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer deneme makine parselinde 7849,715 g ve en düşük değer ise anıza ekim deneme parselinde 6625,39 g ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu bitki koçan ağırlığı

değerleri arasında tüm konularda %5 önem seviyesinde fark görülmüştür. Bitki koçan ağırlığı değerleri ile yapılan Duncan gruplamasında deneme makinası ile alınan sonuçlar A grubunda, azaltılmış toprak işlemeli ekim ile alınan sonuçlar B grubunda ve anıza ekim ile alınan sonuçlar C grubunda yer almışlardır.

Bitki koçan tane adedi ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer makine deneme parselinde 15757 adet ve en düşük değer ise anıza ekim deneme parselinde 14564 adet ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu bitki tane adedi değerleri arasında %1'lik önem seviyesinde fark önemli bulunmuştur. Bitki koçan tane adedi ile yapılan Duncan gruplamasında deneme makinası ve azaltılmış toprak işlemeli ekim ile alınan sonuçlar A grubunda, anıza ekim ile alınan sonuçlar B grubunda yer almışlardır. Anıza ekim yöntemi diğer yöntemlerden farklı olarak istatistiki olarak en küçük değeri vermiştir.

Koçan tane ağırlığı ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer makine deneme parselinde 6 209,285 g ve en düşük değer ise anıza ekim deneme parselinde 5 498,74 g ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu bitki koçan toplam tane ağırlığı değerleri arasında %1'lik önem seviyesinde önemli bir fark bulunmuştur. Bitki koçan toplam ağırlığı değerleri ile yapılan Duncan gruplamasında deneme makinası değerleri A grubunda, anıza ekim ile azaltılmış toprak işlemeli ekim B grubunda yer almıştır.

Parsellere göre verim ortalamalarının deneme parseli ve tekerrürlere göre dağılımı incelendiğinde; en yüksek değer makine deneme parselinde 1 145,054 kg ve en düşük değer ise azaltılmış toprak işlemeli ekim deneme parselinde 1 131,029 kg ile oluştuğu gözlemlenmiştir. Varyasyon analizi sonucu verim değerleri arasında herhangi bir önem seviyesinde istatistiki bir fark gözlemlenmemiştir.

5. Sonuçlar ve Tartışma

Deneme makinasının toprağın işlenmesi ve ekim işleminin tamamlanması sürecinde oluşturduğu maliyet ele alındığında; çalışma süresi 0,525 saat/da, yakıt sarfiyatı 3,5 L/da , yakıt gideri 21 TL/da , iş verimi 9,6 da/h, insan iş gücü kullanımı 9,52 adam-h/ha ve işgücü maliyeti 41,773 TL/ha'dır. Oluşan maliyet; anıza ekim yöntemi uygulanan parselden fazla, azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemi uygulanan parselden düşüktür. Ancak, doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işlemeli ekim yönteminin avantajlarını bir arada sunması açısından irdelendiğinde bu maliyet bir avantaj sağlamaktadır.

Deneme alanında gerçekleştirilen tüm uygulamalar için gerekli parkı ele alındığında; Pnömatik hassas ekim makinası, gübreli çapa makinası ve traktör, 3 deneme parselinde de kullanılmıştır. Anıza doğrudan ekim işleminde ve deneme makinasının kullanıldığı parselde başka bir makineye ihtiyaç duyulmazken, azaltılmış toprak işlemeli ekim yönteminin uygulandığı parsel için kültivatör ve diskaro kullanılmıştır. Bu durum, azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemi açısından maliyeti yükseltmiştir.

Deneme makinasının kullanıldığı alanın toprak analizi sonucu, deneme alanının yüksek oranda kil ve kum içerdiği (kil %46,48, kum % 29,50) görülmektedir. Uzun ve kurak geçen yöresel iklim özellikleri nedeniyle toprak sertleşmektedir. Bu da toprak işleme işlemlerinin gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

Deneme alanında daha önceki ana ürün buğday ekiminde sulama için setler yapılmıştır. Bu setler, sıra arası mesafenin 80 cm olarak oluşturulmasında sorun oluşturmuştur. Ayrıca, hasat sonrası tarla alanında bitki kalıntısı miktarı %15 civarında kalmıştır. Bu orandaki saman özellikle azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemi uygulamasında ve anıza doğrudan ekim uygulaması sırasında kullanılan makinaların çalışmasını etkilemiştir. Prototip makina bu kalıntılardan etkilenmemiştir.

Prototip Makinanın tasarım avantajları tarlada yaşanabilecek, doğal kalıntı ve yüzey bozuklukları etkisini minimuma indirgemektedir. Yapılacak yeni geliştirmeler ve eklerle daha fazla avataja sahip bir tarım makinası haline getirilebilecektir.

References

- ANONYMOUS (2013), 2013 yılı Şanlıurfa Tarım İl Müdürlüğü, İstatistik kayıtları, Şanlıurfa.
- AKBOLAT, D. ve BARUT, Z.B., (2001). Anızlı ve Anızsız Toprak İşleminin Yabancı Ot Gelişimine Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, 13-15 Eylül. Harran Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Böl., Şanlıurfa. 85–90.
- ALPKENT, N., (1984). Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları No.296, Ankara.

- ARSHAD, M.A., A.J. FRANZLUEBBERS and R.H. AZOOZ, (1999). Componentes of Surface Soil Structure Under Conventional and No-Tillage in Northwestern Canada. *Soil & Tillage Research* 53: 41–47.
- AYKAS, E., H., YALÇIN ve E. ÇAKIR, (2005), Koruyucu Toprak İşleme yöntemleri ve Doğrudan Ekim, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, sayfa 195-205, Bornova-İzmir
- BALKCOM K.S. and ARRIAGA F.J., (2004), Conservation Tillage Systems For Peanut Production, USDA-ARS Soil Dynamics Research Unit, Auburn, AL 38832, Togtag 2675.
- BAYHAN, Y., GÖNÜLOL, E., YALÇIN, H. ve KAYIŞOĞLU, B., (2001). İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Azaltılmış Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Uygulamaları. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kong., 13-15 Eylül. Harran Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Böl., Şanlıurfa. 96–101.
- BAYHAN, Y., KAYIŞOĞLU, B., GÖNÜLOL, E., YALÇIN, H. and SUNGUR, N., (2006). Possibilities of Direct Drilling and Reduced Tillage in Second Crop Silage Corn Article, *Soil and Tillage Research*, 88 (1-2) :1-7.
- BRUULSEMA T., STEWART M., LAMOND R., DEEN B. and STEWART G., (2004). Fall Strip Tillage and Fertilization for Corn, Get The Edge on Fertilization Management.
- ÇAKIR, E., E.AYKAS ve H.YALÇIN, (2001). Toprak İşlemesiz Ekimde (Doğrudan Ekim) Makinasının Kesici Ünitesinin Dizaynı, E.Ü.Araştırma Fonu Sonuç Raporu Proje No: 97-ZRF-034 İZMİR
- CERİT, İ., TURKAY, M, A., SARUHAN, H., ŞEN, H, M., ÜLGER, A, C., KİRİŞÇİ, V., KORUCU, T. ve SAY, S., (2002). İkinci Ürün Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Öncesi Buğday Anızının Yakılmasına Alternatif Bazı Toprak İşleme Metotlarının Belirlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- ÇIKMAN A., R.SAĞLAM, Y.VURAL, T.MONİS, İ. TOBİ ve A:S. NACAR, (2008), Harran Ovası Koşullarında II. Ürün Mısırdaki Band Toprak İşleme Yöntemlerinin Mısır Verimi Üzerine Etkisi, Harran Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 12(4); 1-8,
- DARICIĞOLU, H., (1984). İkinci Ürün Tarımı Araştırma Yayın Projesi Yetiştirme Teknikleri Dilimi, Toprak Hazırlığı Denemeleri 1984 yılı Gelişme Raporu . Akdeniz Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü. Antalya.
- DURŞUN ve İLKNUR GÖKNUR, (2001), Toprak İşlemesiz Tarım Tekniği, Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 13-15 Eylül, Şanlıurfa, sayfa 151-156.
- GODWIN, R.J. (1990). Agricultural engineering in development tillage for crop production in areas of low rainfall. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma.
- GÖKÇEBAY, B. (1988). Birleştirilmiş Tohum Yatağı Hazırlığı ve Ekim Yöntemlerinin Toprak Fiziksel Özellikleri ve Verim Üzerine Etkileri. Ankara Üni. Zir. Fak. Yay No: 1033, Ankara
- GRIFFITH D.R., WEST T.D., STEINHARDT G.C., and HILL P.R., (1994). Strip Preparation for No-till Corn and Soybeans, Purdue University , West Lafayette, IN 47907
- HERMAWAN, B. CAMERON and K.C. (1993). Structural Changes in a Silt Loam Under Long-Term Conventional or Minimum Tillage. *Soil and Tillage Research*, p.139–150, Amsterdam.

- KABAKÇI, Y. ve TANRIVERDİ, M., (2000). Harran ovasında II. ürün olarak yetiştirilecek mısır çeşitlerinin belirlenmesi. Harran Tarımsal Araşt. Enst. Mdlüğü Yayınları. Akçakale - Şanlıurfa.
- KARAKAYA, N.E.. ve YILDIZ, O. (1990). 4.Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. Çukurova Bölgesinde Pamuktan Sonra Buğday Tarımında Uygulanan Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Ürün Verimi, Zaman Tüketimi ve Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması. 1-4 Ekim. Adana. S.104
- KASAP, A., (2001). Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, Buğday Tarımında Geleneksel Toprak İşlemeli Ekim İle Direk Ekimin, Toprak Özellikleri, Zaman, Yakıt Tüketimi ve Verime Etkisi., 13-15 Eylül. Şanlıurfa. 91–95.
- KAYIŞOĞLU, B.ve BAYHAN, Y., (1993). 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. Çizel Ve Kulaklı Pulluğun Toprağa Yaptığı Bazı Fiziksel Etkiler, İş Başarısı ve Yakıt Tüketimleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma. 12-14 Ekim 1993. Kuşadası-İzmir. s.131-140.
- KORUCU, K., ve KİRİŞÇİ, V., (2001). Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısır Üretiminde Farklı Toprak İşleme ve Ekim Sistemlerinin Teknik Yönden Karşılaştırılmaları (Bölüm I.). Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kong., 13-15 Eylül 2001. H. Ü. Zir. Fak. Tar. Mak. Böl., Şanlıurfa. 102–108
- NAWATZKİ J., ENDRES G., JONG_HUGHES J. and AAKRE D., (2008), Strip Till for Field Crop production, AE 1370.
- OVERSTREET L.F. and CATTANACH N.R. , (2008), Comparing Narrow and Standart Row Width Strip Tillage To Conventional Tillage, North Dakota State Univ. Fargo, ND.
- PETER R. HOBBS, (2007), Conservation Agriculture: What Is It and Why Is It Important for Future Sustainable Food Production?, Department Crops and Soil Sciences, Cornell University Ithaca NY, 14853 USA,
- PİŞKİN B. (2010), Koruyucu Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri ve Makineleri, Doktora Semineri, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa.
- POLAT Refik. ve SAĞLAM R., (2001) Gap Bölgesinin Mekanizasyon Durumu Ve Sorunları, Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 13-15 Eylül, Şanlıurfa, sayfa 617-621.
- POWEL J. WIATRAK, DAVID L. WRIGHT and JIM J MORRIS, (2005), Evaluation of Strip Tillage on Weed Control, Plant Morphology and Yield of Glyphosate-resistant Cotton, Journal of Cotton Science, s 9;10-14.,
- SAĞLAM, R., POLAT, R. ve KIZIL, A. (1996). Harran ovasında II. Ürün Mısırdaki Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağa ve Verime Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon Ve Enerji Köngresi.2-6 Eylül. Ankara, s.462.
- SAĞLAM, R., (2010), Anızlı Toprak İşleme, Anız Yakma ve II.Ürün, Harran Üniversitesi Ziarrat Fakültesi Tarım makineleri Bölümü Ders Notu.,
- SARTORİ, L. and A.PERUZZİ, (1994). The Evolution of No-Tillage in Italy: A Rewiew of The Scientific Literature, Proceeding of the EC-Workshop-I (Experience with the applicability of no tillage crop production in the west-European countries)

- SUNGUR, N., E.ULUSOY ve H.YALÇIN, (1994). Ege Bölgesi Koşullarında İkinci Ürün Elde Etmede Mekanizasyon Olanakları, E.Ü.Araştırma Fonu No:89-ZRF-006Nolu Proje Sonuç Raporu, İzmir.
- TAN,C.S., DRURY, C.F., REYNOLDS,W.D., GAYNOR ,J.D., ZHANG, T.Q. and Ng , H.Y. (2002). Effect of Long Term Conventional Tillage and No-Tillage Systems on Soil and Water Quality At The Field Scale. Water Science ve Technology, Vol.46, No.6 s; 183–190.
- YALÇIN H., AYKAS E. ve EVRENESOĞLU M., (2003), Koruyucu Tarım ve Koruyucu Toprak İşleme, Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 40(2); 153-160,
- ZEREN, Y., (1985). Toprak İşlemesiz Tarım Tekniği ve İkinci Ürün Soya ve Mısıra Uygulanması. T.Z.D.K. Mesleki Yayınlar Yayın No: 39 Ankara.